



8, Avenue des F A R , 6eme Etage - 20000 Casablanca - MOROCCO
Tél (212) (2) 48-48-28 / 48-47-57 - Fax (212) (2) 48-47-55

La Production et commercialisation du Cactus (Nopal) Etude de Pre-faisabilité

Jun 1998

Préparee par
Alfonso Higareda Ruiz, DAI
Fouad Zirari, AgroConcept
Rabia Eddari, DAI
Donald Humpal, DAI

MAPP-WP52

USAID CONTRACT No 609-0210-C-00-2044

SOMMAIRE

CHAPITRE I CONCEPT DU PROJET ..	3
CHAPITRE II PLAN MARKETING ..	4
A L'ANALYSE DU MARCHE	4
B L'ANALYSE COMPETITIVE	4
C LES OBJECTIFS DE VENTE	5
D LE PLAN DE COMMERCIALISATION	5
1 <i>Le circuit mexicain</i>	5
a Avantages de l option	5
b Risques de l option	5
2 <i>Le circuit courtiers (brokers)</i>	6
a Avantages de l option	6
b Risques de l option	6
c Recommandations	6
d Conclusion	6
CHAPITRE III LE PLAN D'APPROVISIONNEMENT ..	7
A LA MATIERE PREMIERE ESPECES ET LOCALISATIONS	7
B LES BESOINS DE MATIERE PREMIERE	7
C LA STRATEGIE D APPROVISIONNEMENT	8
CHAPITRE IV PROCESSUS DE FABRICATION ..	9
A NOPAL VINAIGRE	9
B NOPAL SAUMURE	10
CHAPITRE V ETUDE ECONOMIQUE.....	13
A MATERIEL ET EQUIPEMENTS	13
1 <i>Option 1</i>	13
2 <i>Option 2</i>	13
B LES COUTS DE PRODUCTION	14
1 <i>La matiere premiere</i>	14
2 <i>Les ingredients</i>	14
3 <i>Le transport lieu de collecte-usine</i>	14
4 <i>Preparation et conditionnement</i>	15
5 <i>Frais de commercialisation</i>	15
6 <i>Emballage</i>	15
7 <i>Exportation transport Maroc-USA</i>	15
8 <i>Recapitulatif cout global</i>	17
9 <i>Objectifs des ventes</i>	17
C COMPTE DES RESULTATS PRO-FORMA	18
D CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	19
ANNEXE 1	
A ALTERNATIVES D'INNOVATION EN PRODUITS A BASE DE NOPAL	20
B FIGUE DE NOPAL	20
ANNEX 2 THE PROCUREMENT FACTOR	

Chapitre I

CONCEPT DU PROJET

Le projet vise l'introduction du conditionnement du nopal dans une conserverie de produits vegetaux (olives, cornichons et similaires), etant donne que les equipements necessaires au conditionnement du nopal sont les mêmes que pour d'autres produits vegetaux deja traites dans des conserveries

Ce produit serait elabore sous 2 formes vinaigre et saumure dans des bocaux en verre d'une contenance de 600 grammes pour un poids net egoutte de 400 grammes environ

La matière premiere est constituée par les feuilles de cactus (nopal) achetees sur les lieux même de leur recolte, et acheminee vers le lieu de production qui devra être situe à proximite de celui-ci La ville de Marrakech semble être le site le mieux indique pour cette activite

- L'utilisation d'une usine de conditionnement de produits vegetaux deja existante, est consideree comme l'option la plus avantageuse Le nopal y serait traite de maniere saisonniere, venant ainsi completer une activite elle même saisonniere
- Une capacite de production de 4 tonnes /jour est l'option retenue, avec la possibilite être augmentee en fonction des besoins du marche
- Le produit fini est destine au marche nord americain ou il pourrait être commercialise selon 2 options differentes le circuit courtier (broker/importer), ou par l'intermediaire des producteurs mexicains (co-packing)

Chapitre II

PLAN MARKETING

A L'analyse du marché

Les nopal vinaigre et saumure sont utilisés en différentes recettes de cuisine et représentent des aliments de base dans la cuisine mexicaine. Ce produit est élaboré au Mexique et exporté vers les USA.

La demande les exportations mexicaines du nopal ne couvrent actuellement que 70% de la demande, ce qui laisse 30% à couvrir (3428 tonnes).

La consommation du nopal se situe actuellement autour de 300 grammes par personne et par an, soit 9000 tonnes pour 30 millions de consommateurs.

L'évolution du marché la population d'origine mexicaine aux USA connaît un taux de croissance de 4,6% par an, soit 1,3 millions de consommateurs en plus par an (405 tonnes).

Le produit nopal connaît aussi une penetration sur le marché européen par le biais de la cuisine mexicaine de plus en plus performante sur ce marché.

La lecture de ces données montre que nous sommes en présence d'un marché en constante progression.

B L'analyse compétitive

Le produit concurrent.

- Le nopal mexicain est commercialisé dans des bocaux de verre dont la contenance est de 400 grammes poids net égoutté.
- Les producteurs mexicains ne contrôlent pas la commercialisation de ce produit, celle-ci se faisant par les courtiers (broker/importers) qui en sont les commanditaires et qui le commercialisent sous leurs propres labels.
- Le prix d'achat par le broker fluctue entre 22 et 32 pesos le bocal (1us\$=8,5 pesos), ce prix d'achat est majoré de 3 à 5%.

C *Les objectifs de vente*

- Dans un premier temps et compte tenu de l'option de fabrication retenue (360 tonnes/an), l'étude se limitera à la commercialisation de la totalité de la production à savoir 360 tonnes par an
- L'analyse du marché montre une capacité d'absorption supérieure à l'objectif de production qui a été retenu dans cette étude, les 360 tonnes représentant à peine 10% de la demande non-satisfait sur le produit nopal.
- Cette situation garantira l'écoulement des quantités produites, et permettra une meilleure compréhension des circuits de commercialisation
- Les réactions du marché et une bonne installation sur les circuits commerciaux permettront d'orienter les productions vers une augmentation rationnelle

D *Le plan de commercialisation*

1 Le circuit mexicain

Le produit nopal conditionné au Maroc pourrait être commercialisé par le biais des producteurs mexicains du même produit qui le mettraient sur le marché nord américain par le même circuit que leur produit.

a. *Avantages de l'option*

- La production du nopal au Maroc pourrait bénéficier d'un transfert de technologie sous forme d'accords de collaboration
- Le nopal marocain serait introduit sur un circuit commercial où il bénéficierait du prestige déjà acquis du produit fabriqué au Mexique

b. *Risques de l'option*

Le nopal marocain dépendrait des intérêts des producteurs mexicains, et sa commercialisation pourrait être hypothéquée s'il s'avérait dépendant de ce circuit

2 Le circuit courtier (brokers)

Le nopal marocain pourrait être commercialisé directement sur le marché américain par le biais des courtiers (broker\importers)

a. Avantages de l'option

- Le produit serait mis sur le même pied d'égalité que le produit concurrent, bénéficiant en plus de l'avantage du prix
- Le produit serait intégré dans un circuit commercial déjà rodé avec tous les avantages que cela suppose publicité, etc

b. Risques de l'option

- L'avantage certain que détiennent les producteurs concurrents (savoir faire et qualité du produit) pourrait s'avérer prédateur si le nopal marocain devait subir des attaques sur sa qualité et ses origines

c. Recommandations

- 1 Approcher le circuit courtier (broker) et étudier ses pratiques commerciales
- 2 Étudier les réflexes consommateur devant un produit prisé mais non originaire du Mexique
- 3 Étudier la predisposition des producteurs mexicains à soutenir et à commercialiser un produit concurrent, et déterminer les risques en cas de rupture de collaboration
- 4 Étudier les qualités sensorielles du nopal marocain en comparaison avec le produit concurrent (gout, couleur, toucher etc)

d. Conclusion

La matière première et la technique de conditionnement étant disponibles, l'option la plus viable semble être le circuit courtier (broker/importer)

Chapitre III

Le plan d'approvisionnement

A La matière première · espèces et localisations

Lors des investigations entreprises pour localiser les variétés adéquates pour le nopal vinaigre et saumure, plusieurs espèces et variétés d'espèces ont été répertoriées et situées, parmi celles ci les 3 espèces les mieux indiquées pour le nopal vinaigre et saumure

Tableau 1 Localisation des différentes variétés de cactus Nopal rencontrées au Maroc

VARIETES	LOCALISATION
<i>Opuntia amyclaea Tenore</i> (ou <i>tuna alfajayucan</i>)	Province de SAFI
<i>Opuntia megacantha-Salm dick</i> (ou <i>nopal manso</i>)	Province de MARRAKECH
<i>Opuntia ficus -Indica</i> (L)Miller (ou <i>tuna de castilla</i>)	Province de MARRAKECH ET SETATT

Le nopal *Opuntia ficus Indica* (ou *tuna de castilla*) est parmi ces 3 espèces le plus adéquat pour l'élaboration de nopal, et ce en raison de sa forte teneur en protéines (24% base sèche). Son implantation en quantités importantes dans la région de Marrakech fait de cette région le lieu idéal de collecte.

B Les besoins de matière première

Pour option de production retenue à savoir 4 tonnes/jour, la matière première nécessaire est équivalente en poids. Les 360 tonnes requises annuellement ne représenteront que 5% des quantités existantes, ce qui garantirait la disponibilité de la matière première. Une collecte de 4 tonnes /jour permettrait de produire 2 tonnes de nopal vinaigre et 2 tonnes de nopal saumure par jour.

C *La stratégie d'approvisionnement*

- Le nopal serait collecté au jour le jour en fonction de la capacité de production quotidienne
Cette matière première (le cactus) n'étant pas cultivée, les fournisseurs seraient plus des collecteurs que des producteurs, seule donc la cueillette serait rémunérée
- L'expérience mexicaine nous permet de déterminer la capacité de cueillette par personne, elle serait de 200 kg par personne pour 8 heures de cueillette. Le prix offert devra être suffisamment motivant pour susciter un intérêt pour la cueillette
- Afin de garantir la disponibilité de la matière première, et une plus grande liberté d'approvisionnement, nous recommandons un système d'achat basé sur la vente aux enchères, mécanisme qui mettra en concurrence aussi bien les collecteurs que les intermédiaires éventuels, et éviterait ainsi des spéculations incontrôlées, l'approvisionnement se faisant chez le moins disant
- La saison de collecte et de conditionnement (3 mois) devrait se situer dans une période allant de Mai à Octobre, elle serait ainsi parfaitement adaptable au calendrier de l'unité de production, et complémentaires des autres activités

Chapitre IV Processus de fabrication

Lors des investigations sur le terrain, une variete de Nopal a ete identifiee dans la region allant de Marrakech a Settat (*Opuntia ficus Indica*) Il s'agit la de la variete la plus adequate pour ce projet. De cette espece on recolte les feuilles jeunes et tendres pour elaborer un produit sous 2 presentations differentes NOPAL sale (*SALMUERA*) et NOPAL vinaigre (*ESCA BECHE*), dont le processus de fabrication est decrit ci-apres

A Nopal vinaigré

Le processus d'elaboration de ce produit consiste en les etapes suivantes

Reception de la matiere premiere, pesee, desepinage, lavage, coupe, cuisson, preparation du vinaigre, melange et emballage, egouttage, traitement thermique, refroidissement, etiquetage, emmagasinage

Pendant la reception, les feuilles de Nopal doivent être examinees, celles-ci doivent être fraîches, propres, saunes, entieres, de consistance ferme, saveur et odeur caracteristiques, de couleur verte et brillante, libres de decomposition ou pourriture et enfin presenter un aspect uniforme quant à la maturite et au gabarit. Le desepinage peut se faire de forme manuelle eliminant 2% du poids total. Cette operation peut se realiser sur 2 tables de travail employant 3 personnes dont la capacite de production est de 300 kg par personnes en 8 heures de travail, une machine peut être utilise pour cette operation

Le rinçage doit s'effectuer avec de l'eau potable sur une table de rinçage, selection et classification. Les feuilles aptes sont coupees dans les dimensions precises, cette operation peut se faire de maniere manuelle

Le blanchiment/cuisson se realise a une temperature de 85-90°C dans de l'eau contenant 10 g de CA (OH)₂ pour chaque 100 litres d'eau, ce qui permet d'elever le pH evitant ainsi la decomposition

et la decoloration, la duree de cuisson doit être de 85 minutes, l'objet de cette cuisson est la desactivation des enzymes, et la destruction de micro-organismes Le vinaigre doit presenter une acidite de 1,87 a 2% sous forme d'acide acétique et il est recommande pour chaque 100 litres de vinaigre la formule suivante vinaigre a 2% (100 litres), sel iodé (4 kg), cannelle (200 g), Origan sec (200 g), Thym sec (200 g), piment sec (100 g) Le vinaigre doit bouillir pendant 5 minutes avec ces ingredients et ensuite filtrer le liquide et proceder au remplissage des bocaux en etat d'ébullition. (Voir annexe 1 pour davantage des details)

Le traitement thermique consiste a soumettre au bain-marie a une temperature de 60-80°C durant 30 minutes et, le refroidissement (choc thermique en espagnol) est effectue avec de l'eau froide (temperature ambiante) Le produit est ensuite etiquete, empaquette et stocke La formule la plus acceptee au Mexique pour l'exportation vers les U S A et la suivante NOPAL (60,4%), vinaigre a 2% (34%), carottes (2,5%), oignons (2%), huile comestible (1%), Benzoate de Sodium (0,1%)

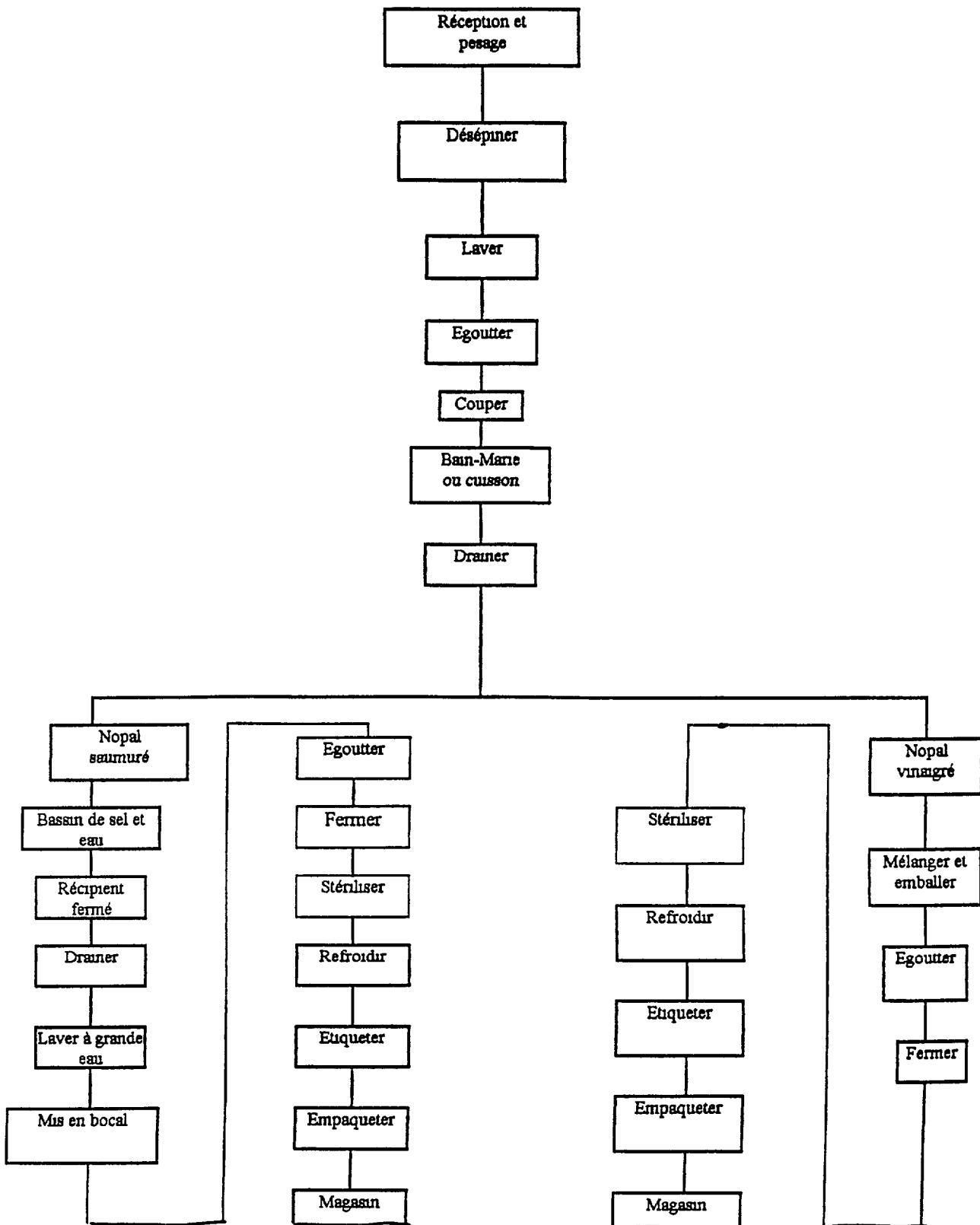
B Nopal saumuré

Les premieres et dernieres operations pour l'elaboration du Nopal saumure (avec du sel) sont identiques aux processus du Nopal vinaigre et s'en distinguent seulement par les operations suivantes

Le produit doit être mis dans des recipients avec une solution saumuree a 100g par kilogramme de Nopal Cette solution doit être maintenu a cette concentration additionnant une plus grande quantite de sel si necessaire Il doit sejourner dans ces recipients pendant 8 jours autorisant ainsi une bonne penetration du sel dans le Nopal. Les recipients doivent être bien fermes pour eviter toute contamination. A la fin de cette periode le Nopal doit être rince et ainsi completement lave

Les bocaux sont ensuite remplis selon la composition suivante NOPAL (55,9%), saumure a 2% (40%), oignon (2%), carottes (2%) et Benzoate de sodium (0,1%) Les bocaux sont ensuite fermes, thermiquement trautes, refroidis, etiquetes, empaquetes et stockes, operations qui se realisent de la même façon que pour le Nopal vinaigre (Voir annexe 1)

**Processus de conditionnement
industriel du NOPAL**



- **Equipements de production**

Les equipements necessaires a l'elaboration de ce produit sont disponibles dans des conserveries de produits vegetaux. Il est prevu de realiser certaines etapes de facon manuelle. Nous detaillons ci-apres la liste des equipements

Equipements	Disponibles	Operations Manuelles
bascule pour la pesee	oui	
table de selection et tri	oui	
cuve pour rinçage et lavage	oui	
table pour egoutter	oui	
table de classification	oui	
desepineuse	non	oui
coupeuse	non	oui
equipement autoclave	oui	
remphisseuses	oui	
systeme de fermeture des bocaux	oui	
tunnel de pre-sterilisation	oui	
etiqueteuse	oui	
cubes de refroidissement	oui	

Matériel et équipements**1 Option 1**

Supposons l'implantation d'une unité de production de nopal en conserve, d'une capacité initiale de 4 tonnes par jour. Cette option malgré la relative lourdeur de l'investissement, permettrait de produire du nopal végétal, d'autres produits utilisant la même matière première tels que l'aliment pour bétail, confitures et autres produits. Le coût d'acquisition des équipements nécessaires pour une production de 4 tonnes/jour serait de 864 000 dh (90 000 us\$).

2 Option 2

Considérons l'intégration de la production du nopal à une unité de production déjà existante, une consigne de produits végétaux en l'occurrence. Les visites effectuées dans des conserveries permettent de constater l'adéquation de ce type d'unité à la production du nopal végétal. Les équipements utilisés pour les conserves d'olives répondent aux besoins de production du nopal à condition d'introduire 2 postes de travail (3 ouvriers) pour l'opération de déepinage qui se ferait de manière manuelle dans un premier temps. Le caractère saisonnier de la production de nopal et de végétaux plaide en faveur de cette option. Une capacité de production de 4 tonnes par jour semble décente, d'autant plus que ce type d'unité existe déjà (voir chapitre 4 équipements de production).

Conclusion : de la nouveauté du produit cette étude se limitera à l'option 2

Le choix de l'option 2 se justifie par :

- Le caractère saisonnier de la production de nopal en ferait une activité complémentaire dans une unité de produits végétaux qui elle-même connaît une activité saisonnière. Le nopal

constituerait un complement ideal en vue de l'exploitation rationnelle et optimale d'une conserverie deja existante

- Cette option offre aussi l'avantage d'un coûт de production reduit au minimum qui avantagerait le nopal marocain sur un marche qui reste a conquerir avec tous les aleas que cela suppose
- Ainsi l'implantation d'une unite nouvelle alourdirait l'investissement pour un produit dont la saisonnalite imposerait de trouver d'autres types de produits pour rentabiliser l'investissement

B Les coûts de production

1 La matiere premiere

La feuille de nopal (cactus) n'etant pas actuellement commercialisee, sa valeur marchande a ete determinee en considerant que seule la cueillette est a remunerer La capacite de cueillette ayant ete determinee autour de 200 kg par personne pour 8 heures de travail, le tarif de base de la feuille de nopal est fixe a 0,40 dh le kg(400 DH la tonne), prix suffisamment motivant pour susciter un interet pour la cueillette (200 KG =80,00 DH)

2 Les ingredients

Le coûт des ingredients tels que decrits dans le processus d'elaboration est estime a 260 Dirhams pour une tonne de produit fini.

3 Le transport lieu de collecte-usine

Le coûт de cette operation est ici calcule sur la base des tarifs pratiques par les transporteurs prives majores de 20% compte tenu de la lenteur possible de l'operation de collecte qui se ferait bord-champ Le site de production devra etre localise a proximite des lieux de collecte pour garantir la fraicheur de la matiere premiere, et en faciliter l'approvisionnement. Le coûт du transport est donc estimé a 280,00 Dhs la tonne pour une distance n'excedant pas 100 km

4 Préparation et conditionnement

Les équipements disponibles sur des sites de production de conserves d'olives s'avèrent parfaitement adaptés à l'élaboration du nopal, une estimation fournie par une conserverie de Marrakech donne un coût de fabrication de 4,0 DH par bocal emballage compris. Cette estimation est majorée de 30% compte tenu des complications possibles dans l'élaboration d'un produit inconnu au Maroc à ce jour. Le tarif de base retenu pour cette opération est donc de 5,3 DH pour un bocal de 600 grammes, ce qui nous donne un tarif de 8,760 DH par tonne de nopal vinaigre ou saumure.

Cette estimation comprend les opérations suivantes

- Désépinage et coupe (opérations manuelles),
- Les étapes de conditionnement telles que décrites dans la procédure de fabrication y compris les ingrédients,

Les frais fixes ont été répercutées au prorata du temps utilisé pour le conditionnement du produit (90 jours). Dans le coût de production et l'assistance technique mexicaine et le paiement d'une licence de fabrication sur le procédé sont incorporés. Les deux paraissent indispensables.

5 Commercialisation

Seul le coût de commission de courtier est inclus à raison de 5%

6 Emballage

L'emballage retenu est celui du produit nopal tel qu'il est commercialisé sur le marché américain à savoir en bocal de verre d'une contenance de 600 g, le tarif actuel est 1,00 Dh par bocal (1 tonne de Nopal = 2500 bocaux de 400 grammes poids égoutté)

7 Exportation transport Maroc-Usa

L'estimation du coût de transport s'effectue sur la base d'une destination située sur la côte est des Etats-Unis, Boston en l'occurrence. Le mode de transport retenu est la voie maritime par conteneur.

Le choix du conteneur (20' ou 40') sera fonction des capacités de production et des calendriers de livraison

- 1 Conteneur de 20' capacité 21 tonnes Tarif 1100 DH la tonne (122 US \$)
- 2 Conteneur de 40' capacité 30 tonnes Tarif 1270 DH la tonne (134 US \$) (Tarifs Maersk Juillet 1997) Le tarif moyen se situe donc aux alentours de 1200,00 DHS/la tonne (125 US \$)

8 Recapitulatif global des coûts

Recapitulatif coût global de production base 1 tonne de produit fini

Matière première	400,00
Collecte et transport	280,00
Conditionnement et emballage	8670,00
Export-transport	1200,00
Total	10550,00

*1 tonne de produit fini = 1666 bocaux (600 grammes poids bruts, 400 grammes poids net égoutté)

- *Cette estimation nous permet de définir un coût par bocal de 600 grammes poids brut, poids net égoutté de 6,35 DH (0,66 US \$ environ)*

9 Objectifs des ventes

Cette estimation considère une commercialisation de la totalité de la production (360 tonnes = 900 000 bocaux) au prix minimum du produit concurrent (11 Dh le bocal en 1997, prix de gros). Ce prix est majoré par le taux d'inflation américaine de 1,3 % sur une production constante.

Compte des résultats pro-forma (en dirhams) étude de pre-factibilité du nopal
Campagne de production du mai au septembre

<u>Chiffre d'affaires</u>	An 1 <u>9.900.000</u>	An 2 <u>10.028.700</u>	An 3 <u>10.159.073</u>
Cout de production	6.151.900	6.284.608	6.542.287
Charges d'établissement	250 000		
Charges administratives	189 000	200 340	212 360
Assistance technique	418,000	209 000	104 500
Licence de fabrication (0 05% C A)	49,500	50,144	50,795
Location usine (conditionnement)	1 386 000	1 469 160	1 557,310
Matière première	144,000	152 640	161 798
Ingrédients	93,600	99 216	105 169
Collecte et transport	100 800	106 848	113 259
Emballage	3 960,000	4,197,600	4 449 456
Frais d'approche	1.096.200	1.138.707	1.183.462
Export-transport	601,200	637,272	675 508
Droits de douane	0	0	0
Commercialisation (5%)	495 000	501,435	507 954
Frais financiers	434,886	338.982	354.758
Cout Total	7.682.986	7.762.297	8.080.507
Benefice (perte) avant impot	2.217.014	2.266.403	2.078.566

- 1 Le chiffre d'affaires augmente par le taux d'inflation américaine de 1 3 % sur une quantité constante de 360 MT par an
- 2 Assistance technique du Mexique 2 mois/an 1 1 mois/an2 0 5 mois an/3 et de suite
- 3 Charges d'établissement relatives à la création d'une SARL capital de 100 000 dirhams
- 4 Coûts augmentés par le taux d'inflation marocaine de 6% par an
- 5 Frais financiers 12% intérêt simple sur la moitié des coûts de production et des frais d'approche avec une réduction de besoins en financement par une autofinancement de 80% de la bénéfice avant impôt
- 6 Évidemment un accroissement de la production une maîtrise des coûts ou la négociation des prix plus intéressants s'impose pour accroître la bénéfice nette

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS:

- Lieu de collecte de la matière première Region de MARRAKECH
- Site de production(usine) Ville de MARRAKECH
- Techniques de conditionnement L'expérience mexicaine s'avère performante dans la mesure où elle permettrait d'obtenir la meilleure qualité possible et serait nécessaire pour le développement d'autres produits dérivés du nopal.
- Mode et capacité de production Production à caractère saisonnier à intégrer dans une conserverie de produits végétaux d'une capacité de 4 tonnes /jour
- Circuit de commercialisation Dans la mesure où la technologie est disponible, le circuit courtier (broker) paraît le mieux indiqué
- Compétitivité du produit Les coûts de production du nopal Marocain et l'analyse du marché démontrent la compétitivité de ce produit.

Annexe 1

A. Alternatives d'innovation en produits à base de nopal

Les produits recommandés sont le Nopal légume vinaigre et saumure (voir les tableaux en fin d'annexe), mais il convient de considérer que le nopal congelé s'avère intéressant pour le marché de l'exportation. Pour cela des méthodes combinées donneront un produit d'une qualité sensorielle acceptable. Après les produits proposés dans cette étude, l'étape suivante est sans doute le nopal conservé sous forme réfrigérée (pour le marché de frais) ou congelé.

Le nopal fourrager séché par voie solaire pour obtenir une farine qui mélangée à d'autres sous-produits agricoles représente une option très économique. Cette technologie s'est avérée très rentable au Mexique et peut être réalisée par l'éleveur sur son lieu de production.

Les cosmétiques et produits de nettoyage de peau à base de nopal sont peut-être des options très intéressantes pour les marchés européen et américain. La technologie pour développer ce type de produit existe au Mexique.

Les médicaments Comprimés et capsules pour le contrôle du diabète et du cholestérol. Ces produits nécessitent l'introduction d'une technologie de pointe avec la rigueur scientifique suffisante pour générer actuellement des ventes sur le marché mexicain. Tout récemment les produits pharmaceutiques à base de Nopal ont obtenu une autorisation de mise sur le marché aux États-Unis.

B Figue de nopal

Il est recommandé pour l'avenir l'installation d'une unité qui permettrait la commercialisation de la figue de barbarie sous forme désepiniée et emballée sur les marchés européens et américains. La technologie et les équipements pour ce type de projet sont actuellement disponibles. Une unité de ce type pourrait aussi optimiser ses possibilités, actuellement au Mexique, en élaborant des confitures, des jus et des bonbons à partir de la figue de nopal, les épluchures étant utilisées pour la production d'aliment pour bétail.

Il existe donc toute une gamme de produits développés avec une technologie mexicaine.

Liste des personnes contactées

Nous tenons à remercier vivement les différentes personnes que nous avons rencontrées tout au long de nos investigations sur le terrain. Nous remercions tout particulièrement

M. Ben Ali, Ingénieur Agronome, Office Régional de Mise en Valeur Agricole des Doukkala,

M. Rami, Ingénieur Agronome, Direction de la Protection des Végétaux, Direction Provinciale de l'Agriculture de Safi,

M. M. Ben Abderrazik, Directeur Commercial Export des Vinaigreries Cherifienne Réunies, Casablanca,

Dr Jamil Belkamel, Botaniste, Ste Nectarome, Marrakech,

M. Hassan Debbagh, Directeur Marketing et Commercial, Ets Cartier-Saada, Marrakech,

M. Bihi, Directeur Provincial de l'Agriculture, Province d'Essaouira

FIGURA 1
**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA INSTALAR Y ARRANCAR UNA PLANTA PARA INDUSTRIALIZAR
 EL NOPAL Y LA TUNA**

Higareda R.A.¹

INTRODUCCION. Cuando se logra una cosecha o producción abundante de nopal y tuna, la cual supera al consumo, se deriva un cuantioso desperdicio de estos recursos. Si se industrializa una cierta cantidad de ellos, se podría prolongar su vida de anaque o almacenamiento y la variedad de productos que se podrían elaborar no sólo diversificaría su mercado sino que se abriría la oportunidad de obtener un mayor beneficio económico para las comunidades productoras. El objetivo del presente trabajo es realizar un estudio de viabilidad económica para establecer una industria procesadora de nopal y tuna

MATERIALES Y METODOS Se utilizó nopal verdura y forraje tunas blancas rojas y amarillas. Los productos seleccionados para nopal y tuna se estudiaron a nivel de laboratorio caracterizando cada producto en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, así como el porcentaje de ingredientes de cada formulación por tipo de producto. Posteriormente se escaló el proceso a nivel de planta piloto en el que se seleccionó el equipo y condiciones de operación para producir una tonelada de producto por turno de trabajo. Se seleccionó el equipo maquinaria a utilizar y se realizó un estudio de costos y rentabilidad del proyecto (5).

RESULTADOS Y DISCUSION Los productos seleccionados a partir del nopal son: harina de nopal como forraje y para el control de pacientes diabéticos (2,4); shampoo y enjuague de nopal para cabello normal y tipo seco (3); confitado y cristalizado de nopal (1) y encurtido de nopal (1,2). Los productos seleccionados a partir de tuna son: queso de tuna; mermelada de tuna; vino; harina de tuna y fruto en néctar y almíbar (1,4). En la ingeniería del proyecto se seleccionó el equipo y maquinaria, así como la distribución del mismo resaltando que todo el equipo es de fabricación nacional. La rentabilidad del proyecto es de 0.12 durante la primera temporada de producción. La relación producto-capital fue de 0.21 lo que significa que por cada peso invertido se generan 0.21 en sueldos, salarios y utilidades durante la primera temporada de operación de la planta. El punto de equilibrio corresponde al 29% de ventas, dado que este es un porcentaje bajo en ventas se puede considerar que es fácilmente alcanzable lo que aseguraría la obtención de ganancias durante las próximas temporadas. De acuerdo a las características sociales y económicas de los estados de la república se sugiere el establecimiento de una industria en Zacatecas, estado de México o Coahuila. En la Figura 1 se esquematiza el cálculo gráfico del

punto de equilibrio.

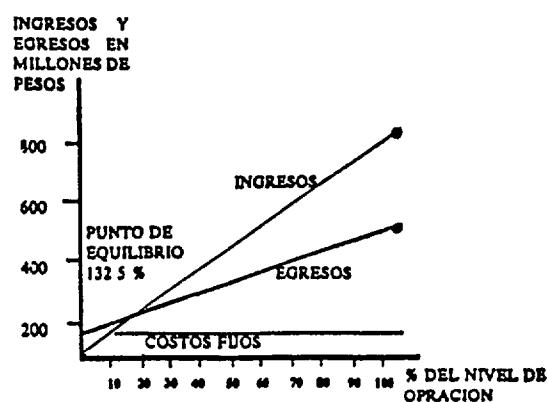


Fig 1 Punto de equilibrio entre egresos e ingresos

CONCLUSIONES La instalación y puesta en marcha de una agroindustria que procese el nopal y la tuna para obtener productos alimenticios medicinales y de limpieza y aseo personal es factible desde el punto de vista tecnológico y económico.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Flores C.M. 1992. Tesis. Asesor Higareda R.A. Inst. Tec de Jiquilpan
- 2 Higareda R.A. 1989. 3a Reunión Nat y 1a Internacional sobre el Nopal pág. 21
- 3 Higareda R.A. 1990. 4a. Reunión Nat y 2a Internacional sobre el Nopal
- 4 López M.J. 1992. Tesis Asesor Higareda R.A. Inst. Tec de Jiquilpan Mich
- 5 Sánchez A. 1985. Tesis Esc Nat de Ciencias Biológicas IPN México D.F

1 Profesor e Investigador del Instituto Tecnológico de Jiquilpan, Michoacán. Departamento de Ing. Química y Bioquímica. Carretera Nat a/n Km 202 50510 Jiquilpan Mich

FIGURA 2 BALANCE DE MATERIALES PARA EL NOPAL EN SAMUERA
PROCESAMIENTO ANUAL DE 92655 Kg DE NOPAL VERDURA TRABAJANDO AL 100%

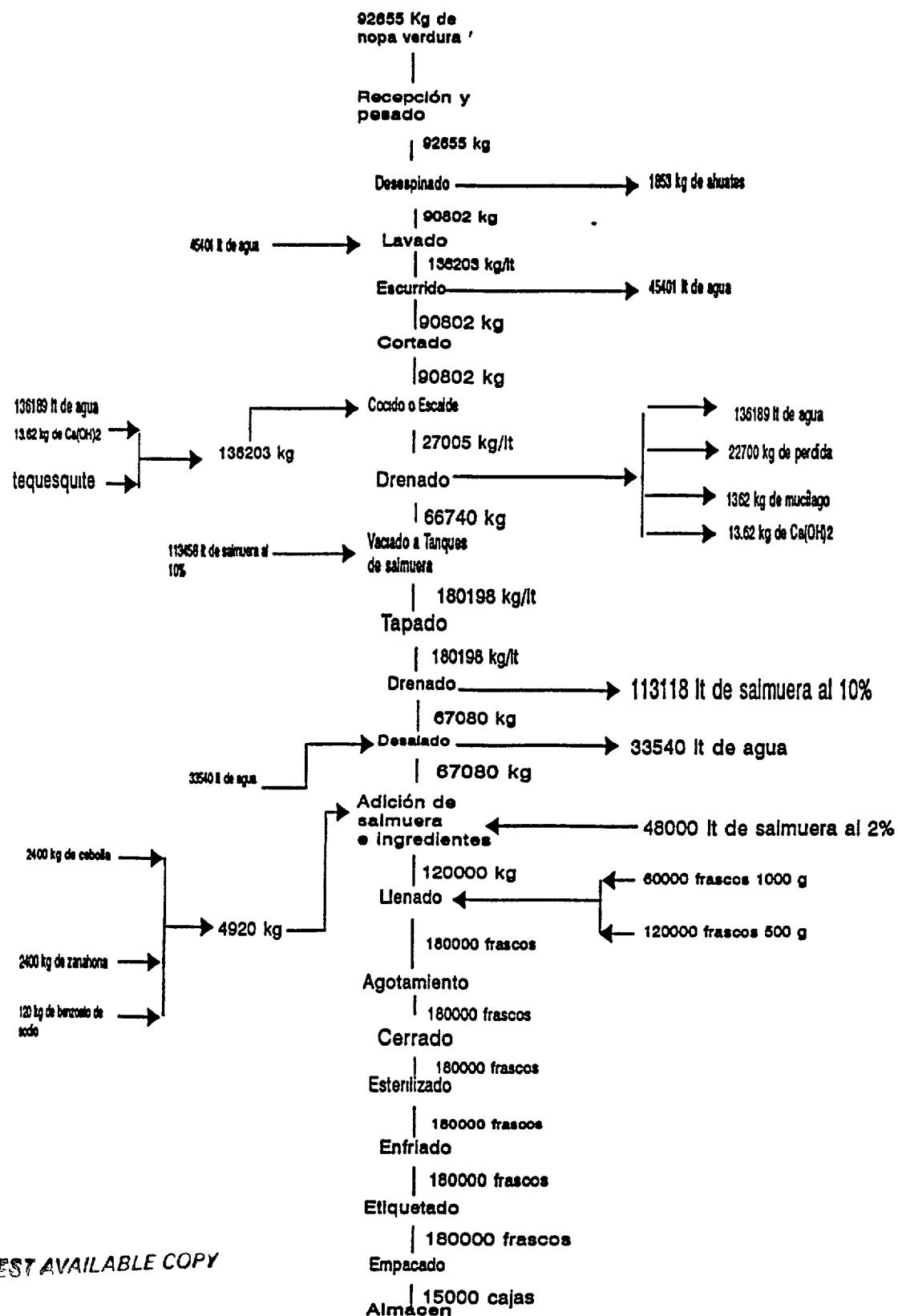
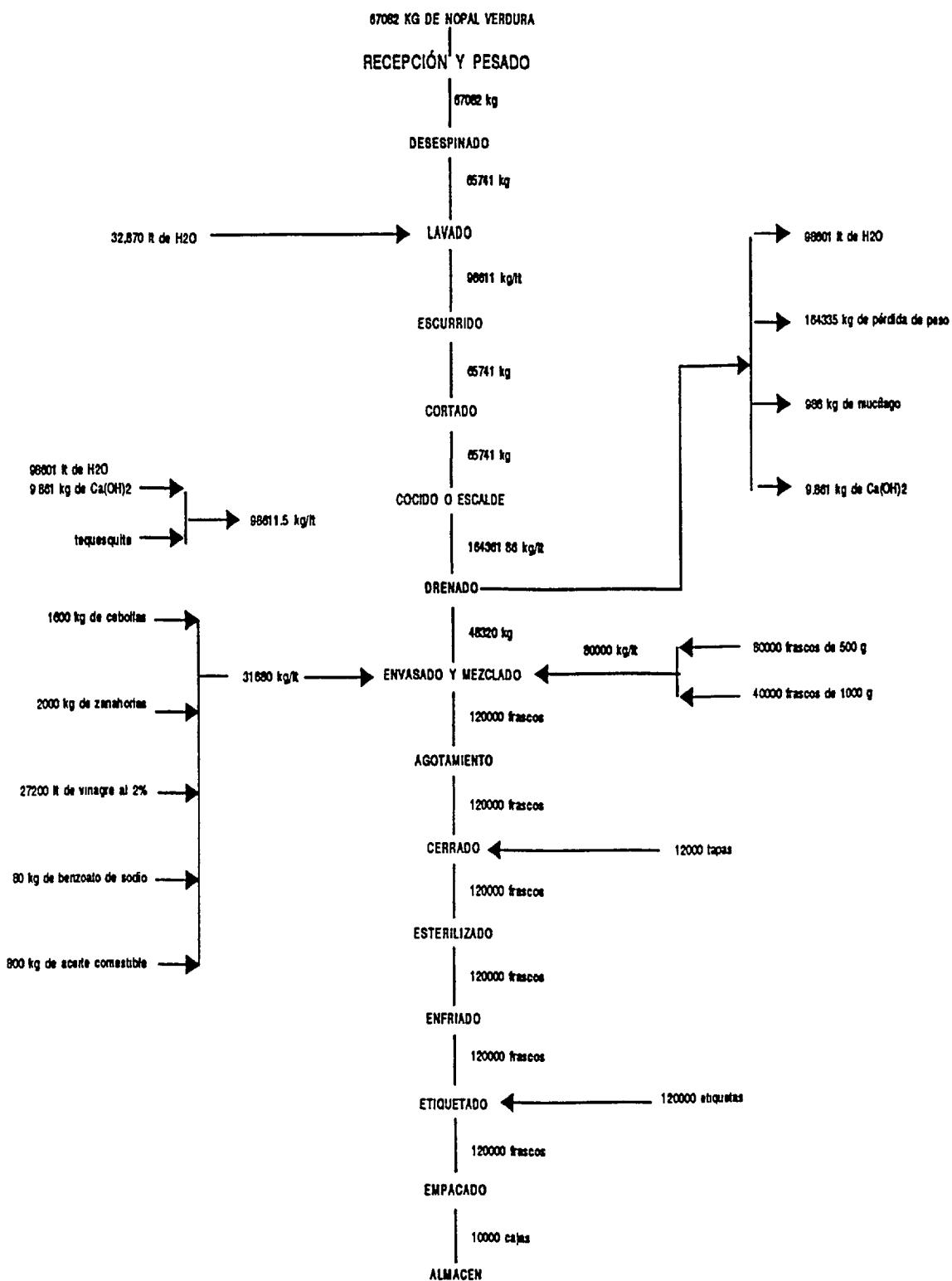


FIG. 1-3 BALANCE DE MATERIALES PARA NOPALES EN ESCABECHE
PROCESAMIENTO ANUAL DE 67082 Kg DE NOPAL TRABAJANDO AL 100%



BEST AVAILABLE COPY

ANNEX 2

NOPALITOS PREFEASIBILITY STUDY
THE PROCUREMENT FACTOR

By
Rabia Eddari

AMI/DAI
February 1997
Revised June 1998

EST AVAIL ABLE COPY

25

ACKNOWLEDGMENTS

A special note of thanks is expressed to

- Mr Belbahri, Directeur Provincial de l'Agriculture, DPA d'El Kelaa des Sraghnas
- Mr Bouzaffour, Chef de Division des Statistiques, MAMVA, Rabat
- Mr El Otmani, Directeur Provincial de l'Agriculture, DPA de Marrakech
- Mr Eppele, Arizona Cactus & Succulent Research, Inc
- Mr Felker, Texas A & M University, Texas
- Mr El Gharbaoui, Chef de la Division Elevage, MAMVA, Rabat
- Mr Mazhar, Directeur de Recherche, INRA/Centre Aridoculture, Settat
- Mr Meskat, MAMVA/DPV, Rabat
- Mrs Monti, FO Library Assistant, Forestry Department, FAO
- Dr Carmen Sáenz, Depto Agroindustria y Tec Alimentos, Universidad de Chile
- Mr Filali Sadki, Chef du Service de l'Information, MAMVA/DPAE, Rabat
- Mr Zemmouri, Directeur du Centre Agricole de Skhour
- Mr Saadoune, Operateur

TABLE OF CONTENTS

Acknowledgements	1
Adequate Production	1
Overall Production Pattern	1
Usage Pattern of the Planted Area	3
The Crop Yield	4
Profitability of the Crop	4
Possible Impact of Biotechnology on Supply	5
Sensitivity of Supply to Production Changes	5
On-Farm Consumption	6
Product Consumption	6
Animal Versus Human Usage	6
Industrialization Options for the Raw Material	6
Competition in Procurement Among Similar Agro-industry	6
Probable Crop Losses	6
Acceptable Quality	7
Market's Quality Requirements	7
Quality of the Farm Supply	7
Effect of Shipping and Handling on Quality	7
Effect of Storage on Quality	7
Quality Control Services	7
Appropriate Timing	8
Seasonal Harvesting Pattern	8
Storage Facilities	8
Raw Material Shelf-Life	8
Facilities Extending the Raw Material Shelf-Life	8
Availability of the Raw Material	8
Reasonable Cost	9
Effect of Supply and Demand on the Cost of the Raw Material	9
Farmer's Opportunity Costs	9
Spot Prices	9
REFERENCES	10

2-1

Adequate Production

Overall Production Pattern

The prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*) can be found everywhere in Morocco from Sidi Ifni to Tangier except in high altitudes (low winter temperatures) and Saharan regions (low rainfall). In spite of the cactus' economic utility, this plant has been neglected in published reports on Moroccan agriculture. There is little up-to-date data available concerning its exact geographic distribution, its surface area (estimated in the late 1980's at 200,000 ha), or its contribution to agricultural revenues.

The production levels for the region of El Kelaa des Sraghnas for the past five years are shown in Table 1

Usage Pattern of the Planted Area

Morocco committed itself over three decades ago ("Promulgation du Dahir de 1951") to plant cactus to improve pasture lands in the center regions and in the region of Tensift (region inside the triangle Safi, Essaouira and Marrakech). This task was led by the "Service de la Défense et de la Restauration des Sols" created in 1951. In 1984, 1985 and 1987, the government encouraged the planting of cactus in the region of Kelaa des Sraghnas by distributing 6,524,000 cactus pads over a surface area of 3,262 ha.

Cactus plantations close to cities and main roads are well maintained since they represent an easily exploitable source of revenue for the farmer. In the region of Rhamna, the planted surface area is reported to increase every year due to the profitability of the production of Barbary Fig fruits that are sold mainly in Casablanca.

There are numerous private plantations of all sizes in the arid and semi-arid regions. Most of them are protected by walls made of stone and dry mud. In the Moulay Idriss area (near Meknès), cactus plantations are reserved exclusively for the fruit production (prickly pear). Near Oued Zem (vicinity of Khouribga), there is the large "cactetum" of 500 ha of Beni-Smir which was created in 1944.

An investigation carried out in the region of Ait Baamran (Province of Tiznit) showed that the prickly pear cactus is an important part of the cropping system of the area, to the point that many consider

Table 1 Production levels for the region of El Kelaa des Sraghnas

Year	Existing Surface Area in ha	Cactus Pads Harvested in ql*	Prickly Pear Production in ql
1992	10,000	3,500,000	2,000,000
1993	10,300	3,000,000	1,500,000
1994**	10,500	-	1,500,000
1995	10,500	4,000,000	2,000,000
1996**	10,600	-	1,500,000

* ql = quintals equivalent to 100 kilogrammes/quintal

** Cactus pads were not harvested in 1994 and 1996 due to the abundance of pasture vegetation

it to be the pillar of the local household economy. Several small villages or "douars" have progressively shifted land area from cereal production to the prickly pear crop using both the fruit and fodder derived from the cladodes or pads (*nopales* in Spanish). However, cactus pads are low in proteins and phosphorous, so they are recommended mainly as an energy supplement to other sources of fodder, especially in the summer time. Its high water content (85-90%) adds to its fodder value in the summer months and during droughts. Cactus pads are rich in vitamins A, C and calcium.

The Crop Yield

The crop yields for the region of El Kelaa des Sraghnas for the past five years are shown in Table 2. A four (4) year old modern plantation of 1 ha can produce 40 to 50 tons of cactus pads and 50 to 200 ql of Indian pears. This makes it the most productive plant of the arid zones with 3.5 kg/m²/year compared to the average 0.71 kg/m²/year for other crops.

Prickly pear cactus is planted mainly on stony lands located on hills. The cactus planted area on arable lands is very limited, because it is planted in fence rows and as field boundaries.

The cactus plant likes lighter textured, freely draining soils where water is not retained. It is sensitive to asphyxia and likes moderately acidic soils (pH 5.1-6.7). The soil chemical composition is not a determinant factor. Soils that have a high content in

salts or gypsum are tolerated as long as they have a good structure and present good drainage. In general, cactus does well in foothill areas and is adapted to a broad range of soils, except those that are toxic and/or compacted. The cactus' ability to colonize apparently sterile soils and to accelerate soil pedogenesis is well-known.

The water use efficiency of the prickly pear cactus is good. Dry matter production per cubic meter of water is seven (7) times greater than alfalfa in the same conditions. The effect of irrigation on cactus production is shown in Table 3.

In the south part of Morocco, the fruit crop yields are higher in the coastal lands (the cactus plant takes advantage of the sea mist than in the mainland).

When compared to other fruit bearing species, *Opuntia* consumes 1/5th of the water that is need by many fruit tree species. In the area of Tiznit, with a rainfall of 100mm/year farmers can still collect 30 to 40kg/plant/year. With a rainfall of 200 to 250mm, that yield is tripled.

The prickly pear cactus plant is responsive to phosphate and nitrogen fertilizer, and highly responsive to organic manure (Table 3). No chemical fertilizers are used on the cactus plant in Morocco. Manure which is recommended in order to accelerate the plant's growth and to increase the size of the fruit. Manure fertilization (1 to 5 kg/plant) increases yields by 20 to 30%.

Table 2 Crop yields for the region of El Kelaa des Sraghnas

Year	Existing Surface Area in ha	Cactus Pads Yield in ql/ha	Prickly Pear Yield in ql/ha
1992	10,000	350	200
1993	10,300	300	150
1994*	10,500	-	150
1995	10,500	400	250
1996*	10,600	-	150

* Cactus pads were not harvested in 1994 and 1996 due to the abundance of pasture vegetation.

Table 3 Effect of fertilization and irrigation on the cactus production (M'Silla, Algeria)

	Without Irrigation		With Irrigation	
	Without Fertilizer	With Fertilizer	Without Fertilizer	With Fertilizer
Production (in tons)	7	15	61	86
Average Number of Pads/Plant	14	22	46	87

Profitability of the Crop

The prickly pear crop introduced into the cropping system in the region of Ait Baamran (Province of Tiznit) demonstrated that the plant has several advantages

- The prickly pear cactus is perfectly adapted to the arid climate of the area (the plant can be productive with an annual rainfall of 100 mm)
- The cactus crop requires less investment than the cereal farming
- The crop yield per hectare is much higher than the traditional farming. Yields of 96 quintals of figs per hectare versus 2-5 ql/ha of wheat or barley have been reported
- The market for Barbart figs is large and the market prices are interesting
- The harvest is an operation that employs people from the local workforce during seven (7) months out of twelve (12), from June to December

The profitability of the cactus crop and the barley crop were compared in order to assess the effect of this crop on the gross profit. The results are summarized in Table 4

Possible Impact of Biotechnology on Supply

There is a private cactus plantation run by Mr Hans Thiemann in the Marrakech area. He is studying the biochemistry of the available *Opuntia*, and ways to improve productivity

Table 4 Profitability of the cactus crop compared to the barley crop

	Barley	Cactus
Crop Charges* in Dh/ha	600	1400
Products (fruits and pads) in Dh/ha	1000	18000
Gross margins in Dh/ha	400	16600

* The cactus crop charges represent land preparation and crop establishment expenses that are be paid off over 5 years

Sensitivity of Supply to Production Changes

An increase in the cultivated surface area and the yield has no significant effect on the cactus supply especially during the drought years

Consumers are willing to pay more for good quality prickly pear fruit with fewer spines. The smooth (*O. ficus Indica v. inermis*) cactus variety may present a good marketing opportunity, and a reason to increase acreage

On-Farm Consumption

In regions away from communication routes or with difficult access,

The majority of prickly pear fruit harvested is consumed locally. In areas with good road acces, only 10% of the produciton is consumed by local farmers

In general, the farmers sell the fruits still on the plant. The price varies according to the yield per hectare, the overall level of production in the area, and the ease of access to the farming site

Product Consumption

The prickly pear is consumed fresh or dried

Today, the cactus represents a precious fodder reserve containing 25 to 30% of dry matter. The Moroccan farmer or "fellah" often utilizes cactus pads as animal fodder during the dry season and is adept at eliminating thorns and prickles by exposing the pads to an open fire or by removing them manually using a knife. The cactus pads are sun dried for 3 to 5 days (or 2 to 3 days in the region of Rhamna). The pads are then cut into thin slices and mixed with bran or straw before feeding it to the livestock. In the region of Tiznit, cactus pads that don't bear fruits are harvested and given at the following daily rations: 10 pads for cows, 3 to 4 pads for the sheep, and 1 to 2 pads for goats.

Animal Versus Human Usage

About 90 % of the prickly pear fruits harvested are consumed by humans. Almost 100% of the cactus pads are integrated in the livestock (mainly sheep) feeding programs during the drought season.

The government's priority is the constitution of a drought reserve fodder supply, because the cactus pads contribute 500 to 700 livestock fodder units per hectare.

Industrialization Options for the Raw Material

Animal feed, cosmetic products, and pharmaceutical can be derived from the cactus pads. Research and development is most advanced in Mexico for industrial applications, followed by the South-Western United States, and Chile.

Competition in Procurement Among Similar Agro-industry

Up to the time of this study, there is no industrial unit in Morocco that buys cactus pads. Cutting for plant propagation is not considered a major source of competition for raw material. Fodder use in drought years is an important competing use.

Probable Crop Losses

The principal parasites of *Opuntia* are

- *Ceratitidis capitata* Wied, the Mediterranean fruit fly on the fig
- *Phytophthora spp*, causing root rot
- *Phyllosticta opuntiae*, or cactus scab, which is the most important threat to nopalitos manufacture

Possible losses are caused by rodents, livestock, bad weather (hail, "chergui" winds, etc) and poor handling and inappropriate packaging material (bags rather than crates). Some measures could be taken to reduce the losses like the use of pesticides, protection from livestock, and the use of plastic crates to improve shipping conditions.

Acceptable Quality

Market's Quality Requirements

The following characteristics are used to define quality in the prickly pear:

- Size
- Color
- Taste
- Sweetness

As for the cactus pad, the absence of thorns and the fiber content (cellulose) determine the quality characteristics.

Quality of the Farm Supply

In the Benguerir area, the prickly pear variety of cactus is multiplied by cuttings. In the Skhour, the Ministry of Agriculture introduced the smooth variety of cactus and provided technical assistance in its establishment.

Effect of Shipping and Handling on Quality

Transporting cactus pads in rush baskets and carrying them by donkey is damaging to the produce.

Effect of Storage on Quality

There is no storage facility available in the area of Kelaa des Sraghnas. This would not pose a problem if harvesting is done on a daily basis, and the harvest is delivered daily to the processing unit.

Quality Control Services

Government services that could be called upon to inspect the product for increase quality control are Service de la Repression des Fraudes' in collaboration with other technical services like "Service de la Production Agricole" and Service des Eaux et Forêts'.

Appropriate Timing

Seasonal Harvesting Pattern

The annual cycle of the cactus plant (duration and time period) depends on the variety and the geographical zone

Cactus pads which are readily available all year long are harvested manually depending on the age of the crop and the market demand

Barbary figs are harvested manually from July through September. In the region of Rhamna, the cactus fruit is subject to early ripening. In the Tiznit area, the cycle of the Aissa variety/ecotype starts in March, the full bloom happens in April and ripening from June to August. The Moussa variety/ecotype has a late cycle which starts in May and the ripening period spreads over several months, from July to December. The distinction between these two smooth varieties/ecotypes is based on the shape, quality, blooming and ripening period of the fruit. There is another variety called Achefri which is prickly and characterized by a late fruit production (6 to 7 years after planting the cuttings). In the Achefri variety, blooming happens in May and fruit ripening in June.

Storage Facilities

Collection, packaging and storage units may needed to hold the harvest before sale to a processing plant

Raw Material Shelf-Life

The perishability of the produce is mainly a function of the adequacy of the handling, storing and shipping conditions

Facilities Extending the Raw Material Shelf-Life

Special treatments like precooling could reduce the perishability of the cactus pad, but are probably uneconomic for pads intended for processing

Availability of the Raw Material

In general, a cactus crop starts producing fruits during the first year. In the second year, the cactus crop produces mainly pads. Maximum fruit production is reached in at least three years. The cactus pad harvested for animal feed is done when the cactus plants reach three years. However, the age reached for a maximum production depends also on the number of pads on the initial cactus cutting planted.

Reasonable Cost

Effect of Supply and Demand on the Cost of the Raw Material

During the fall season of 1994, the strong demand for cactus pads to feed livestock during the drought period caused the price of a linear meter of cactus climb to 30 to 70 Dh in the region of Rahmna. Substantial price swings can be expected, if collection is the sole source of the cactus pad for processing.

Farmer's Opportunity Costs

Since the lands on which cactus is planted are marginal ones, this crop provides extra income through fruit production during the summer months (200 ql/ha) It is should also be profitable because the pad production during the winter months of 500 to 700 fodder units/hectare which is the equivalent of 7 to 8 ql of barley (five year old cactus plants) The *Opuntia* flowers are a source of pollen for the development of beekeeping in dry zones In the area of Tiznit, hives of bees are put out from April to June The honey yield varies between 1 to 4 liters/ha , which represents an important source of income for the farmers

Spot Prices

The cactus pads prices offered to the farmers by contractors vary between 0 30 to 0 60 Dh/cactus pad which weighs 2-3kg (compared to 0 20 to 0 50 Dh/Indian fig) The pads are then sold 0 90 to 1 80 Dh/cactus pad (compared to 0 60 to 1 50 Dh/Indian fig) by the contractors to private or state businesses

In the area of Tiznit, if the fruits are sold still on the cactus plant, the prices vary from 10-30 Dh/case (Aissa variety) to 20-50 Dh/case (Moussa variety) Direct sale in town and city markets is the most interesting, because rices vary from 30 to 100 Dh/case It has been estimated that a hectare of cactus with a density of 1000 plants could yield a gross annual income of 20,000 to 40,000Dh

REFERENCES

- Anonymous 1989 Bilan Préliminaire de 30 ans de Pastoralisme, 2,
Technique de Developpement Pastoral, Volume 3, Plantation
d'Arbustes Fourragers FAO Projet Régional d'Aménagement
Pastoral, RAB/84/025
- Anonymous 1995 Actes de la Journées d'Etude sur le Caprier et
le Cactus Direction Provinciale de l'Agriculture de
Marrakech
- Karem, A 1984 Contribution à un Bilan des Interventions dans le
Périmètre d'Ouled Chraiet (Gafsa), Evaluation de la Production
des Parcours et l'Alimentation des Animaux
- Maignan, F 1972 Essais Pastoraux et Fourragers en Forêts de la
Mamora Chaire d'Aménagement de Parcours, FAO/MOR 19
- Poupon, J E 1975 Cactus et Ressources Fourragères, Note
Technique N 2 Projet PNUD/FAO/MOR/73/016, Amélioration et
Aménagement des Parcours Forestiers
- Salvy, G 1948 Essai sur l'Introduction de Cactacées Utiles au
Maroc